

## RADIO RELAY DEVICE

Publication number: JP2005110150 (A)

Publication date: 2005-04-21

Inventor(s): YOSHIDA TOMIHIKO; KOBAYASHI SEI; OHATA KOHEI; UEHA MASAZUMI \*

Applicant(s): NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE

### Classification:

- international: H04B7/155; (IPC1-7): H04B7/155

## — Illustration

- European:

Priority number(s): ID20030343996 20031002

Priority number(s): JP20030343996 20031002

Abstract of JP 2005110150 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a radio relay device with large retransfer electric power for

relaying the same frequency at low cost. SOURCE: U.S. Patent 4,375,670. Assignee: AEG-TELEFUNKEN, West Germany. **Abstract:** The invention relates to a receiving antenna 1 for receiving a radio signal, a receiver 2 connected to the receiving antenna 1, a signal distributor 5 for distributing the output of the receiver 2 to at least two systems; at least two transmitters 8, 9, equipped in each system from the distributor 5; at least two transmitting antennae 10, 11 connected each to at least two transmitters 8, 9; a signal strength detector 21, to which the output of the receiver 2 is entered, for detecting a sneak signal sneaking from the receiving antenna 10 into the receiving antenna 11 and compensating device 20 equipped in at least one line path out of at least two line paths, each joins the distributor 5 with at least two transmitters 8, 9, for compensating the output of the distributor 5 so that the output of the sneak signal detector 21 becomes a minimum. ;

COPYRIGHT: (C)2005,JPO&NCIPI

**Also published as**

1-IP4354245 (B2)



Data supplied from the [espnacent](#) database — Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-110150

(P2005-110150A)

(43) 公開日 平成17年4月21日(2005.4.21)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H04B 7/155F 1  
H04B 7/155テーマコード (参考)  
5K072

審査請求 未請求 請求項の数 9 ○ L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特許2003-343996 (P2003-343996)	(71) 出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(22) 出願日	平成15年10月2日 (2003.10.2)	(74) 代理人	100119677 弁理士 同田 賢治
		(74) 代理人	100121670 弁理士 入戸野 巧
		(74) 代理人	100121669 弁理士 本山 泰
		(72) 発明者	吉田 薫彦 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	小林 聰 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
			最終頁に続く

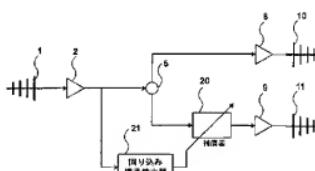
## (54) 【発明の名称】無線中継装置

## (57) 【要約】 (修正有)

【課題】低コストで再送信電力の大きな、同一周波数を中継する無線中継装置を提供する。

【解決手段】無線中継装置において、無線信号を受信する受信アンテナ1と、受信アンテナ1に接続される受信機2と、受信機の出力を少なくとも2系統に分配する分配器3と、分配器3からの各系統にそれぞれ具備される少なくとも2つの送信機8、9と、少なくとも2つの送信機8、9にそれぞれ接続される少なくとも2つの送信アンテナ10、11と、受信機2の出力を入力され、少なくとも2つの送信アンテナ10、11から受信アンテナ1に回り込む信号を検出する回り込み信号検出器21と、分配器3と少なくとも2つの送信機8、9とそれをそれぞれ結ぶ少なくとも2つの経路のうちの少なくとも1つの経路に具備され、回り込み信号検出器21の出力が最小となるように分配器3の出力を補償する補償器20と、を備えるように構成する。

【選択図】図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

無線信号を受信する受信アンテナと、  
前記受信アンテナに接続される受信機と、  
前記受信機の出力を少なくとも2系統に分配する分配器と、  
前記分配器からの各系統にそれぞれ具備される少なくとも2つの送信機と、  
前記少なくてとも2つの送信機にそれぞれ接続される少なくとも2つの送信アンテナと、  
前記受信機の出力を入力され、前記少なくてとも2つの送信アンテナから前記受信アンテナに回り込む信号を検出する回り込み信号検出器と、  
前記分配器と前記少なくてとも2つの送信機とをそれぞれ結ぶ少なくとも2つの経路のうちの少なくとも1つの経路に具備され、前記回り込み信号検出器の出力が最小となるように前記分配器の出力を補償する補償器と、  
を備えることを特徴とする無線中継装置。

## 【請求項2】

無線信号を受信する受信アンテナと、  
前記受信アンテナに接続される受信機と、  
前記受信機の出力を少なくとも2系統に分配する分配器と、  
前記分配器からの各系統にそれぞれ具備される少なくとも2つの送信機と、  
前記少なくてとも2つの送信機にそれぞれ接続される少なくとも2つの送信アンテナと、  
前記受信機に接続され、前記少なくてとも2つの送信アンテナから前記受信アンテナに回り込む信号を検出する回り込み信号検出器と、  
前記分配器と前記少なくてとも2つの送信機とをそれぞれ結ぶ少なくとも2つの経路のうちの少なくとも1つの経路に具備され、前記回り込み信号検出器の出力が所定の値を維持するように前記分配器の出力を補償する補償器と、  
を備えることを特徴とする無線中継装置。

## 【請求項3】

前記回り込み信号検出器は、受信信号と既知信号との差を求ることによって、前記回り込み信号を検出することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の無線中継装置。

## 【請求項4】

前記回り込み信号検出器は、受信信号のレベルを計測する受信信号レベル計測器であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の無線中継装置。

## 【請求項5】

前記回り込み信号検出器は、受信信号におけるビットエラーレートを検出するビットエラーレート検出器であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の無線中継装置。

## 【請求項6】

前記補償器は、適応フィルタであることを特徴とする請求項1～請求項5のいずれか1項に記載の無線中継装置。

## 【請求項7】

前記補償器は、適応振幅位相器であることを特徴とする請求項1～請求項5のいずれか1項に記載の無線中継装置。

## 【請求項8】

請求項1～請求項7のいずれか1項に記載の無線中継装置において、さらに、

前記回り込み信号検出器の出力を入力され、前記入力された回り込み信号検出器の出力が所定の値より小さければ増幅率を上げるように前記送信機を制御し、前記入力された回り込み信号検出器の出力が所定の値より大きければ増幅率を下げるよう前記送信機を制御する制御器、

を備えることを特徴とする無線中継装置。

## 【請求項9】

請求項8に記載の無線中継装置において、

前記補償器は、さらに、前記送信機の増幅率に関する情報を前記制御器から取得し、この取得した前記送信機の増幅率に関する情報をに基づいて前記補償の量を変化させる、

【発明の詳細な説明】 線中継装置。

【技術分野】

【0001】

本発明は、地上系無線設備に關し、特に、同一周波数で電波を中継する無線中継装置に関する。

【背景技術】

【0002】

通信や放送の分野において、基地局からの電波を遠方に届ける場合や、ビル影、トンネル、地下などの不感地帯へ電波を届ける場合、好条件の場所で良好に電波を受信し、增幅して再送信を行う無線中継装置が用いられる。

【0003】

この無線中継装置には、受信する周波数と異なる周波数で再送信する方式のものと、同一の周波数で再送信する方式のものとがあるが、異なる周波数で再送信する方式の場合、再送信の帯域の確保や端末で無線チャネルを切り替えるなどの対応が必要であるため、同一周波数で再送信する方式の無線中継装置の使用が望ましい。

【0004】

しかし、同一周波数で再送信する場合、無線中継装置から送信する電波が無線中継装置の受信アンテナに回り込み、信号品質を劣化させる問題がある。特に、基地局からの直接波と回り込み波のレベル比 (D/U比) が1を超える場合、無線中継装置はループ発振する。

【0005】

そこで、従来、図8のように無線中継装置の受信アンテナ101と送信アンテナ105の間隔を十分に離して設置し回り込み波のレベルを減衰させる方式や、図9のように送信アンテナ205から受信アンテナ201への回り込み成分を推定器206で推定し逆相を加算器203で加算することで基地局からの直接波成分のみを送信する方式が提案された(非特許文献1)。

【非特許文献1】 濱住、中原、土田著、「放送波中継によるS FNの実現をめざして」、NHK技研R&D、2001-7、No. 68、pp. 46-51

【非特許文献2】 前山、井上、上村、大和著、「干渉抑圧機能を搭載したCDMA用リピータ装置の開発」、電子情報通信学会信学技報、2002-03、SST2001-110、AP2001-258、RCS2001-293、MoMuC2001-90、MW2001-228、pp. 65-70

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、図8の方式では、アンテナ間の距離を確保するために設置場所が限られるという問題や、長距離ケーブル103の配線など設置コストが大きいという問題があった。さらに、図8の方式では、長距離ケーブル103で信号が波衰するため、低雑音増幅器102の増幅率を高める必要があり、また高電力増幅器104の雑音指数を十分低くする必要があるなど、機器コストやサイズが大きくなる問題もあった。

【0007】

また、図9の方式では、基地局からの直接波よりも回り込み波の信号レベルが非常に大きい場合、低雑音増幅器202が飽和する問題があるため、再送信電力を大きくできないという問題があった。この問題を解決する方式として非特許文献2のように低雑音増幅器202の前段で回り込み成分の逆相を加算する方式も提案されているが、この非特許文献2の方式では、送信アンテナが接続されるケーブルの長さによって信号は遅延するため、加算器によって回り込み成分を打ち消すためには、内部ループの信号を遅延させなければ

ならないという問題がある。また、非特許文献2は無線／光変換装置と光ファイバによつて構成されているが、かかる構成では、コストが大きくなる上に送信アンテナケーブルの長さに応じて遅延量を変えることができない。

【0008】

そこで、本発明は、かかる事情に鑑み、低コストで再送信電力の大きな、同一周波数を中継する無線中継装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明によれば、上記課題は、次の手段によって解決される。

【0010】

第1の発明は、無線信号を受信する受信アンテナと、前記受信アンテナに接続される受信機と、前記受信機の出力を少なくとも2系統に分配する分配器と、前記分配器からの各系統にそれぞれ具備される少なくとも2つの送信機と、前記少なくとも2つの送信機にそれぞれ接続される少なくとも2つの送信アンテナと、前記受信機の出力を入力され、前記少なくとも2つの送信アンテナから前記受信アンテナに回り込む信号を検出する回り込み信号検出器と、前記分配器と前記少なくとも2つの送信機とをそれぞれ結ぶ少なくとも2つの経路のうちの少なくとも1つの経路に具備され、前記回り込み信号検出器の出力が最小となるように前記分配器の出力を補償する補償器と、を備えることを特徴とする無線中継装置である。

【0011】

第2の発明は、無線信号を受信する受信アンテナと、前記受信アンテナに接続される受信機と、前記受信機の出力を少なくとも2系統に分配する分配器と、前記分配器からの各系統にそれぞれ具備される少なくとも2つの送信機と、前記少なくとも2つの送信機にそれぞれ接続される少なくとも2つの送信アンテナと、前記受信機に接続され、前記少なくとも2つの送信アンテナから前記受信アンテナに回り込む信号を検出する回り込み信号検出器と、前記分配器と前記少なくとも2つの送信機とをそれぞれ結ぶ少なくとも2つの経路のうちの少なくとも1つの経路に具備され、前記回り込み信号検出器の出力が所定の値を維持するように前記分配器の出力を補償する補償器と、を備えることを特徴とする無線中継装置である。

【0012】

第3の発明は、前記回り込み信号検出器は、受信信号と既知信号との差を求めるによって、前記回り込む信号を検出することを特徴とする第1の発明または第2の発明に係る無線中継装置である。

【0013】

第4の発明は、前記回り込み信号検出器は、受信信号のレベルを計測する受信信号レベル計測器であることを特徴とする第1の発明または第2の発明に係る無線中継装置である。

【0014】

第5の発明は、前記回り込み信号検出器は、受信信号におけるビットエラーレートを検出するビットエラーレート検出器であることを特徴とする第1の発明または第2の発明に係る無線中継装置である。

【0015】

第6の発明は、前記補償器は、適応フィルタであることを特徴とする第1の発明～第5の発明のいずれか1つに係る無線中継装置である。

【0016】

第7の発明は、前記補償器は、適応振幅相器であることを特徴とする第1の発明～第5の発明のいずれか1つに係る無線中継装置である。

【0017】

第8の発明は、第1の発明～第7の発明のいずれか1つに係る無線中継装置において、さらに、前記回り込み信号検出器の出力を入力され、前記入力された回り込み信号検出器

の出力が所定の値より小さければ増幅率を上げるように前記送信機を制御し、前記入力された回り込み信号検出器の出力が所定の値より大きければ増幅率を下げるよう前記送信機を制御する制御器、を備えることを特徴とする無線中継装置である。

#### 【0018】

第9の発明は、第8の発明に係る無線中継装置において、前記補償器は、さらに、前記送信機の増幅率に関する情報を前記制御器から取得し、この取得した前記送信機の増幅率に関する情報に基づいて前記補償の量を変化させる、ことを特徴とする無線中継装置である。

#### 【発明の効果】

#### 【0019】

本発明によれば、同一周波数の電波を中継して再送信する無線中継装置において、低成本でしかも大きな増幅率で再送信することが可能となる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0020】

以下に、添付した図面を参照しつつ、本発明を実施するための最良の形態を詳細に説明する。

#### 【0021】

図1は、本発明の実施の形態を示す図である。

#### 【0022】

図1に示すように、受信アンテナ1で受信された信号は低雑音増幅器を含む受信機2に入力される。受信機2の出力は分配器5で2系統に分配される。分配器5からの2系統にはそれぞれ送信機8、9が具備されている。送信機8、9の出力は、それぞれアンテナ10、11から送信される。

#### 【0023】

送信機9が具備されている系統には補償器20が具備されている。この補償器20は、受信機2に接続された回り込み信号検出器21の出力を用いて、送信アンテナ10、11から送信される信号が受信アンテナ1の位置で相殺されるように受信機2の出力を補償する。なお、補償器20は、回り込み信号検出器21の出力を最小にするように受信機2の出力を補償してもよいし、回り込み信号検出器21の出力を所定の値に維持するように受信機2の出力を補償してもよい。

#### 【0024】

以上説明したように、本発明の実施の形態によれば、送信アンテナ10、11から送信される信号が受信アンテナ1の位置で相殺されるように、受信機2の出力（すなわち、送信機9に入力される信号）が補償される。このため、本発明の実施の形態によれば、受信アンテナ1で受信される受信信号が基地局からの直接波のみとなる。したがって、本発明の実施の形態によれば、受信機2が具備する低雑音増幅器が飽和しないため再送信電力を大幅に増加できる。

#### 【0025】

また、本発明の実施の形態によれば、上記したように送信アンテナ10、11から送信される信号が受信アンテナ1の位置で相殺されて受信信号が基地局からの直接波のみとなるため、送信アンテナ10、11と受信アンテナ1の距離を確保する必要がなくなり、無線中継装置を小型化できる。したがって、本発明によれば、無線中継装置の設置場所が限定されず、また、無線中継装置の設置コストを大幅に削減できる。

#### 【0026】

なお、上記実施の形態では、説明の便宜のために、受信機2の出力が分配器5で2系統に分配される場合について説明したが、本発明においては、受信機2の出力を分配器5で3以上の系統に分配することも可能である。この場合は、送信機の数および送信アンテナの数も3以上となる。

#### 【0027】

また、上記実施の形態では、補償器20を送信機9が具備されている系統に設けている

が、補償器 20 は、任意の系統に設けることもできるし、すべての系統に設けることもできる。

【実施例】

【0028】

図 2 は、本発明の実施例 1 を示す図である。

【0029】

図 2 に示すように、実施例 1 では、回り込み信号検出器 21 をバイロット信号などの既知信号と受信機 2 の出力との差を出力する構成としている。また、実施例 1 では、補償器 20 が FIR フィルタと係数乗算器とを含む適応フィルタによって構成されており、LMS (最小二乗法) アルゴリズムを用いて受信信号と既知信号との差を最小化する。すなわち、補償器 20 は、回り込み信号検出器 21 の出力に係数乗算器で係数  $\mu$  を乗算して FIR フィルタに入力し、FIR フィルタの係数を更新する。

【0030】

以上説明した実施例 1 よりれば、送信アンテナ 10、11 から送信される信号が受信アンテナ 1 で相殺される。

【0031】

なお、実施例 1 では、補償器 20 が適応フィルタで構成されているが、本発明においては、補償器 20 を適応振幅位相器で構成することもできる。

【0032】

また、実施例 1 では、補償器 20 が受信信号と既知信号との差を最小化するように受信機 2 の出力を補償しているが、本発明においては、補償器 20 を、受信信号と既知信号との差を所定の値に維持するように受信機 2 の出力を補償する構成とすることも可能である。

【実施例】

【0033】

図 3 は、本発明の実施例 2 を説明する図である。

【0034】

図 3 に示すように、実施例 2 では、回り込み信号検出器 21 を信号レベル検出器 3 で構成し、補償器 20 を振幅位相制御器 4 と位相器 6 と可変増幅率増幅器 7 とを含む適応振幅位相器で構成している。

【0035】

ここで、移相器 6 の移相量を  $\Delta\phi_3$  とし、基地局から受信アンテナ 1 への直接波を  $s(t)$  とし、受信アンテナ 1 で受信された信号が送信アンテナ 10 から送信され回り込んで再び受信アンテナ 1 で受信されるまでの時間および位相差をそれぞれ  $\Delta\phi_1$  とし、送信アンテナ 10、11 から受信アンテナ 1 までの距離差に起因する位相差を  $\Delta\phi_2$  とする。すると、受信アンテナ 1 で受信される信号  $R(t)$  は次のようになる。

【0036】

【数1】

$$R(t) = s(t) + g_1 s(t - \tau) e^{j\Delta\phi_3} + g_2 s(t - \tau) e^{j\Delta\phi_1 + j\Delta\phi_2 + j\Delta\phi_3}$$

【0037】

ここで  $g_1$ 、 $g_2$  は中継装置の増幅率であり、 $g_1$  は受信機 2 の増幅器（低雑音増幅器）の増幅率と送信機 8 の増幅器（高電力増幅器）の増幅率と送信アンテナ 10 から受信アンテナ 1 間の伝播損失との積であり、 $g_2$  は受信機 2 の増幅率と可変増幅率増幅器 7 の増幅率と送信機 9 の増幅率と送信アンテナ 11 から受信アンテナ 1 間の伝播損失との積である。 $s(t)$  と  $s(t - \tau)$  を無相間とすると、受信信号レベル  $P(t)$  は次のようになる（ここでは、簡単のために、受信機 2 の増幅率を 1 とする）。

【0038】

【数2】

$$\begin{aligned}
 P &= E\left(RR^*\right) = S + \left(g_1^2 + g_2^2 + 2g_1g_2 \cos(\Delta\phi_1 + \Delta\phi_2)\right)S \\
 &= S + \left\{ \left(g_1 - g_2\right)^2 + 2g_1g_2 \left(1 + \cos(\Delta\phi_1 + \Delta\phi_2)\right) \right\} S \\
 &= S + \left\{ \left(g_1 + g_2\right)^2 - 2g_1g_2 \left(1 - \cos(\Delta\phi_1 + \Delta\phi_2)\right) \right\} S
 \end{aligned}$$

【0039】

ここで、Eは平均、\*は複素共役、S = E (s s\*)である。P (t) の最小値は、

【0040】

【数3】

$$\min(P) = S$$

【0041】

であり、数3を満足する増幅率と移相量とは、

【0042】

【数4】

$$g_1 = g_2, \quad \Delta\phi_1 = -\Delta\phi_2 \pm \pi$$

【0043】

である。このとき受信アンテナ1で受信される信号は、

【0044】

【数5】

$$R(t) = s(t) \quad |$$

【0045】

となる。よって、実施例2において、受信信号レベルが最小となるように、移相器6と可変増幅率増幅器7を振幅位相制御器4で制御すると、受信アンテナ1で受信される電波が直接波と等価となり、回り込み波を除去できる。

【0046】

なお、実施例2では、適応振幅位相器が振幅位相制御器4、移相器6、可変増幅率増幅器7で構成されるものとしたが、本発明は、適応振幅位相器をこの構成に限定するものはない。

【0047】

以下、説明を簡単にするために、適応振幅位相器を送信信号に作用させるものとする。

【0048】

回り込み信号検出器出力の最小値を探索するアルゴリズムには、例えば文献（井上、貝塚ら、「移動局用ステップトラック方式」、電子通信学会信学技術、1975-2-26、C574-170、p.p. 49-56）に示されるステップトラックなどが適用可能である。ステップトラックとは、適応振幅位相器ならば振幅と位相を変化させたときの回り込み信号検出器出力の変化から、最適な値となるように振幅と位相を制御する探索アルゴリズムである。たとえば、実施例2を移相器のみの構成とし、受信レベルを最小とするアルゴリズムでは、+Δφ位相を変化させたときに受信レベルが減少すれば次のステップで

も△φ位相を変化させ、逆に受信レベルが増加すれば次のステップでは-△φ位相を変化させる。この方法によって最小の受信レベルとなる。なお、ステップトラックで振幅位相制御を行う場合は振幅と位相を交互にトランシングする。

【0049】

以下では、説明の便宜のために、適応振幅位相器の制御にステップトラックを用いる場合について説明するが、本発明における適応振幅位相器の制御方法がステップトラックに限定されるものでないことはいうまでもない。

【実施例】

【0050】

つぎに、本発明の実施例3について説明する。実施例3は、適応振幅位相器20が信号レベル計測器21の出力を所定の値に維持するように移相器6および可変増幅率増幅器7を制御する点で、実施例2と相違する。実施例2が回り込み波と直接波とが無相関である場合に有効な手法であるのに対し、実施例3は回り込み波と直接波に相関がある場合に有効な手法である。

【0051】

受信アンテナ1で受信された信号が送信アンテナ10から送信され回り込んで再び受信アンテナ1で受信されるまでの直接波との位相差を△φ<sub>3</sub>とする。以下では簡単のためg<sub>1</sub>=g<sub>2</sub>=g<sub>3</sub>とする。直接波と回り込み波に相関がある場合、受信アンテナ1で受信される信号R(t)は次のようになる。

【0052】

【数6】

$$R(t) = s(t) + gs(t)e^{j\Delta\phi_3} + gs(t)e^{j\Delta\phi_1 + j\Delta\phi_2 + j\Delta\phi_3}$$

【0053】

信号レベル計測器3で計測される信号レベルP(t)には相関の項が残り、次のようになる。

【0054】

【数7】

$$P = E(RR^*)$$

$$= S + 2(\cos \Delta\phi_3 + \cos(\Delta\phi_1 + \Delta\phi_2 + \Delta\phi_3))gS + 2(1 + \cos(\Delta\phi_1 + \Delta\phi_2))g^2S$$

$$= [1 + 2(\cos \Delta\phi_3 + \cos(\Delta\phi_1 + \Delta\phi_2 + \Delta\phi_3))g + 2(1 + \cos(\Delta\phi_1 + \Delta\phi_2))g^2]S$$

【0055】

この信号レベルをSに維持するときの△φ<sub>1</sub>の解の1つは△φ<sub>1</sub>=-△φ<sub>2</sub>±πであり、このとき受信アンテナ1で受信される信号は、

【0056】

【数8】

$$R(t) = s(t)$$

【0057】

となる。したがって、受信アンテナ1で受信される信号は、直接波と等価となる。

【0058】

また、△φ<sub>1</sub>=-△φ<sub>2</sub>±π以外で収束する場合、受信アンテナ1で受信される信号は

【0059】

【数9】

$$R(t) = s(t)e^{j\Delta\phi}$$

【0060】

となる（なお、 $g$ が大きな場合や $\Delta\phi_3$ が小さな場合、 $\Delta\phi$ は小さい）。したがって、 $\Delta\phi_1 = -\Delta\phi_2 \pm \pi$ 以外で収束する場合、受信アンテナ1で受信される信号は、直接波の位相を回転させた信号と等価となる。

【0061】

以上説明したように、実施例3によれば、信号レベルが所定の値に維持されるため、回り込み波の影響を除去できる。

【0062】

なお、実施例3では、信号レベル計測器3で回り込み信号検出器21を構成したが、本発明においては、信号レベル計測器3以外の手段（たとえば、上記した既知信号と受信機2の出力との差を出力する手段や後述するエラーレート検出器など）で回り込み信号検出器21を構成することもできる。

【実施例】

【0063】

図4は、本発明の実施例4を示す図である。

【0064】

図4に示すように、実施例4は、復調器12とビットエラーレート計測器13とを含むビットエラーレート検出器で回り込み信号検出器21を構成する。また、補償器20においては、ビットエラーレート検出器で検出されるエラーレートが最も低くなるように移相器6と可変増幅率増幅器7とが振幅位相制御器4で制御される。

【0065】

直接波と回り込み波が無相関の場合、直接波にとって回り込み波は雑音となるため、補償器20がエラーレートが最も低くなるように受信信号の位相と振幅とを補償する実施例4によれば、受信アンテナ1の位置において直接波を得ることができる。

【実施例】

【0066】

図5は、本発明の実施例5を説明する図である。

【0067】

図5に示すように、実施例5は、回り込み信号検出器21の出力を入力され、送信機8、9の増幅率を変化させる増幅率制御器15を備えている。

【0068】

実施例5においては、まず、送信を停止した状態（送信機8、9の増幅率がゼロの状態）での回り込み成分Sが回り込み信号検出器21で測定される。

【0069】

つぎに、増幅率制御器15に閾値 $\Delta H_1$ 、 $\Delta H_2$ が設定される。

【0070】

増幅率制御器15は、振幅位相制御器4による移相器6と可変増幅率増幅器7との制御によって回り込み成分が閾値 $S + \Delta H_1$ 以内に維持されていれば送信機8、9の増幅率を上げ、逆に、回り込み成分が閾値 $S + \Delta H_2$ を超えていれば送信機8、9の増幅率を下げる。

【0071】

増幅率の計算と制御とは増幅率制御器15によって行われる。

【0072】

電源投入時や初期化時など、補償器（適応フィルタあるいは適応振幅位相器など）が制御されていない段階で大電力で再送信した場合、回り込み波が受信アンテナの位置で相殺

されずに発散するため、信号品質は著しく劣化する。

【0073】

これを防止するため、実施例5は、補償器（適応フィルタあるいは適応振幅位相器）を制御して送信機の出力電力を最初は抑える。そして、実施例5は、信号に含まれる誤差成分を監視して段階的に電力を増加または減少させる。

【0074】

よって、実施例5によれば、回り込みによる無線中継装置のループ発振および送信機出力の信号品質劣化を防止することができるため、受信信号1で受信した信号をすみやかに要求送信機出力電力で再送信できる。

【実施例】

【0075】

図6は、本発明の実施例6を説明する図である。

【0076】

実施例6は、振幅位相制御器4が増幅率制御器1～5から送信機8、9の増幅率を取得し、この取得した増幅率を用いて位相器6および可変増幅率増幅器7を制御する点で、実施例5と相違する。

【0077】

ステップトラックのステップ量（移相量）を△φとすると、仮に今、回り込み波が正確に相殺されているならば、1回のステップによって回り込み波がg s△φ増加する。ここでgを無線中継装置の増幅率および伝播損失を考慮した回り込みゲインとし、sを直接波とする。

【0078】

直接波と回り込み波の比（D/U比）が1を超える場合は系が発散することを考慮すると、

【0079】

【数10】

$$\Delta\phi < 1/g$$

【0080】

を必ず満足しなければならない。振幅も同様である。

【0081】

実施例6によれば、振幅位相制御器4が、無線中継装置の増幅率の情報を増幅率制御器1～5から取得し、この取得した増幅率に応じて振幅と移相のステップ量を適切に変える制御を行う。ステップ量と送信機出力の関係によっては信号レベルが収束しない場合または発散する場合があるが、実施例6によれば、両者の関係を適切に制御できるため、すみやかに信号レベルを収束させることができる。

【0082】

なお、係数乗算器とFIRフィルタとを含む適応フィルタで補償器20を構成した場合にも、係数乗算器における忘却係数nの値を無線中継装置の増幅率に応じて適切に変えることによって、発散を防止できる。

【0083】

図7は、実施例6のシミュレーション結果示す図であり、変調方式としてQPSKを使用し、無線中継装置の増幅率を60dBまで増加させ、可変増幅率増幅器の増幅率を1で固定して移相量のみをステップトラックによって制御したときのビットエラーレートが示されている。なお、回り込み信号検出器には、受信信号レベル検出器を使用した。

【0084】

図7から、劣化はおよそ1dB以内に抑えられていることが確認できる。

【図面の簡単な説明】

【0085】

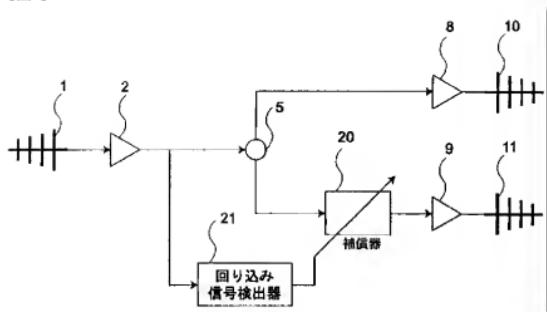
- 【図1】本発明の実施の形態を示す図である。
- 【図2】本発明の実施例1を示す図である。
- 【図3】本発明の実施例2を示す図である。
- 【図4】本発明の実施例4を示す図である。
- 【図5】本発明の実施例5を示す図である。
- 【図6】本発明の実施例6を示す図である。
- 【図7】本発明の実施例6のシミュレーション結果示す図である。
- 【図8】従来の無線中継装置（その1）を示す図である。
- 【図9】従来の無線中継装置（その2）を示す図である。

【符号の説明】

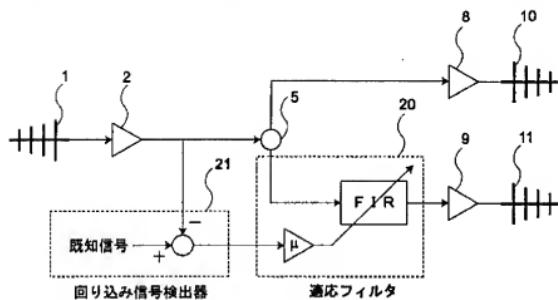
【0086】

- 1 受信アンテナ
- 2 受信機
- 3 信号レベル計測器
- 4 振幅位相制御器
- 5 分配器
- 6 移相器
- 7 可変増幅率増幅器
- 8 送信機
- 9 送信機
- 10 送信アンテナ
- 11 送信アンテナ
- 12 復調器
- 13 ピットエラーレート計測器
- 15 増幅率制御器
- 20 補償器
- 21 回り込み信号検出器
- 101 受信アンテナ
- 102 低雑音増幅器
- 103 長距離ケーブル
- 104 高電力増幅器
- 105 送信アンテナ
- 201 受信アンテナ
- 202 低雑音増幅器
- 203 加算器
- 204 高電力増幅器
- 205 送信アンテナ
- 206 推定器

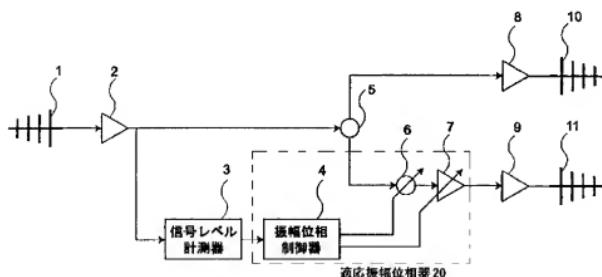
【図1】



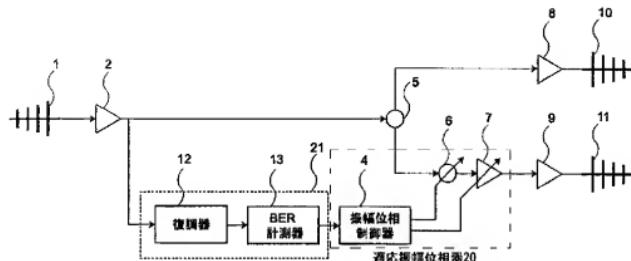
【図2】



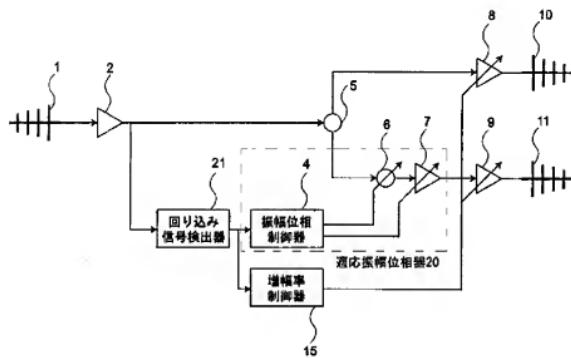
【図3】



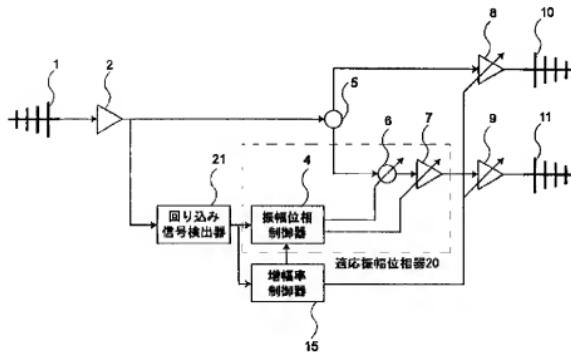
【図4】



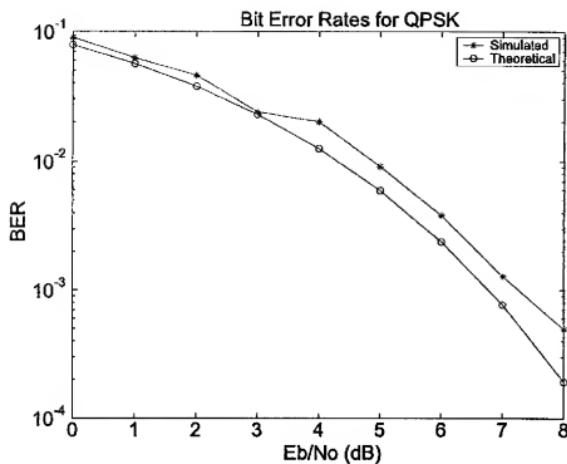
【図5】



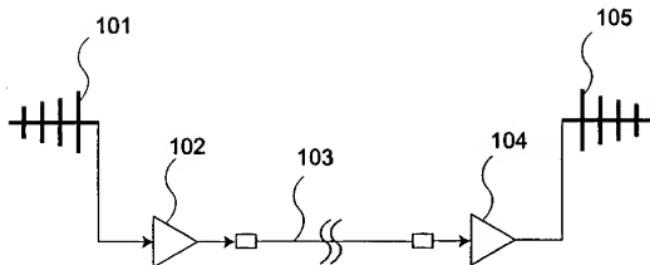
【図6】



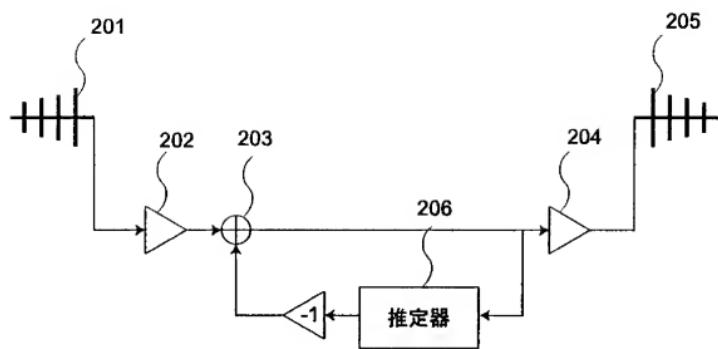
【図7】



【図8】



【図9】



(72)発明者 大幡 浩平  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

(72)発明者 上羽 正純  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内  
F ターム(参考) 5K072 AA04 BB14 BB27 CC02 CC33 EE19 GG02 GG10 GG14